

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Трехгорный технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ТТИ НИЯУ МИФИ)

**КАФЕДРА
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ
ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

_____ Т.И. Улитина

«26» _____ июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ»**

Направление подготовки: 12.03.01 Приборостроение

Профиль подготовки: Информационно-измерительная техника и технологии

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа курса «Точность измерительных приборов» предусматривает необходимость в получении информации о состоянии того или иного процесса с помощью измерительных приборов (ИП) возникает во всех областях науки и техники при проведении лабораторного эксперимента, контроле производственных процессов, управлении движущимися и другими объектами. При этом важную роль играет точность измерения, которая непосредственно зависит от точности ИП, являющегося средством получения информации о контролируемом процессе.

1.1 Цели дисциплины

Приобретение знаний и навыков, необходимых для оценки свойств, существующих и конструирования новых измерительных приборов, особенностью которых является обязательное требование к точности исполнения их целевой функции.

1.2 Задачи дисциплины

Обеспечение фундаментальной подготовки, практическое освоение основ правильной оценки точности ИП на стадии его проектирования, исследование его физической схемы с целью выявления и возможно более полного учета внешних и внутренних дестабилизирующих факторов, приводящих к образованию погрешностей, анализ точности ИП и освоение методов повышения точности, основанных на оптимизации схем и параметров ИП.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Точность измерительных приборов» относится к дисциплинам по выбору (Б1.В.ДВ.7.1) и читается 8 семестре. Базируется на знаниях, получаемых студентами из курсов информатика; физика; теоретическая механика; схемотехника измерительных устройств; электротехника, электроника и микропроцессорная техника; технология конструкционных материалов; метрология, стандартизация и сертификация; теория автоматического управления; теория измерений; технология приборостроения. Дисциплина «Точность измерительных приборов» является предшествующей для итоговой квалификационной работы, для успешного прохождения преддипломной практики.

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Профессиональные компетенции

Изучение дисциплины «Точность измерительных приборов» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

профессиональных (ПК):

- способен проводить контроль качества выпускаемой продукции приборостроения (ПК-7);
- способен проводить анализ качества сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий (ПК-8);
- способен внедрять новые методы и средства технического контроля (ПК-9);
- способен проводить испытания новых и модернизированных образцов продукции (ПК-10);
- способен принимать участие в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов измерительных устройств и систем (ПК-5.4);
- способен обеспечивать эксплуатацию средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты на атомных станциях (ПК-5.6);
- способен организовывать и проводить диагностику технического состояния, проверки работоспособности оборудования контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (ПК-5.7);
- способен разрабатывать документацию по техническому обслуживанию и ремонту средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (ПК-5.8).

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- знать технологию выполнения контрольных операций (З-ПК-7);

– знать основные характеристики и принципы выбора сырья, материалов и полуфабрикатов для изготовления комплектующих изделий (З-ПК-8);

– знать справочную документацию по характеристикам используемых материалов, виды возможных дефектов; знать формы и виды документов, используемых при проведении технического контроля (З-ПК-9);

– знать назначение, характеристики и принцип работы универсального оборудования для контроля и испытаний образцов продукции; знать методы испытаний и контроля параметров и характеристик образцов продукции (З-ПК-10);

– знать принципы разработки технических заданий на проектирование приспособлений, оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией (З-ПК-5.4);

– знать назначение, принципы действия, параметры, алгоритмы работы измерительного оборудования и оборудования систем управления, регламенты, должностные инструкции, программы, инструкции выполнения работ по диагностике и проверке работоспособности средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (З-ПК-5.6);

– знать регламенты и технологии технического обслуживания и ремонта технических средств контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (З-ПК-5.7);

– знать нормы и правила ведения производственно-технической документации (З-ПК-5.8).

уметь:

– уметь составлять схемы контроля параметров и характеристик выпускаемой продукции приборостроения с использованием универсального оборудования; уметь выбирать оптимальный технологический процесс контроля параметров и характеристик выпускаемой продукции приборостроения (У-ПК-7);

– уметь идентифицировать на основании маркировки конструкционные и эксплуатационные материалы и определять их возможные области применения; уметь разрабатывать в общем виде технологию изготовления комплектующих изделий (У-ПК-8);

– уметь планировать потребности в оборудовании, материально технических ресурсах и персонале для реализации технического контроля; уметь разрабатывать

все виды операций, входящих в технологический процесс контроля параметров и характеристик изделия; уметь составлять схемы контроля параметров и характеристик изделия (У-ПК-9);

– уметь готовить сопроводительные и накопительные формы документов для регистрации результатов измерений и контроля; уметь рассчитывать оптимальные режимы работы контрольно измерительного оборудования; уметь анализировать результаты контроля параметров и характеристик образцов продукции для разработки предложений по совершенствованию технологических процессов изготовления и сборки (У-ПК-10);

– уметь осуществлять наладку, настройку и опытную проверку приборов и систем с учетом результатов исследования (У-ПК-5.4);

– уметь анализировать, составлять и корректировать функциональные, структурные и принципиальные электрические схемы измерительной аппаратуры, средств измерений, систем автоматики, выполнять пусконаладочные работы, измерения параметров при регулировках и испытаниях оборудования (У-ПК-5.6);

– уметь выполнять штатные процедуры технического обслуживания и ремонта технических средств контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (У-ПК-5.7);

– уметь разрабатывать производственно-техническую документацию (У-ПК-5.8).

владеть:

– владеть навыками разработки технологических процессов испытаний и контроля параметров и характеристик выпускаемой продукции приборостроения (В-ПК-7);

– владеть методами определения основных эксплуатационных свойств и характеристик конструкционных материалов для изготовления комплектующих изделий; владеть методами разработки технологических процессов обработки (В-ПК-8);

– владеть навыками организации материально технического обеспечения и контроля параметров и характеристик изделия и наладки необходимого контрольно измерительного оборудования (В-ПК-9);

- владеть навыками проведения контроля параметров и характеристик образцов продукции и разработки предложений по оптимизации технологического процесса и повышению качества изготавливаемых приборов (В-ПК-10);
- владеть навыками разработки эксплуатационно-технической документации опытных образцов измерительных устройств и систем (В-ПК-5.4);
- владеть навыками метрологической поверки и паспортизации средств измерений и систем автоматики, проведения испытаний и настройки вводимого в эксплуатацию оборудования контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (В-ПК-5.6);
- владеть навыками организации и контроля проведения профилактических осмотров, текущего и планово-предупредительного ремонта средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты, работ по устранению дефектов (В-ПК-5.7);
- владеть навыками анализа производственно-технической документации на соответствие действующим правилам и нормам, корректировки технической документации (В-ПК-5.8).

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Профессиональный модуль		
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
	- формирование	Использование воспитательного потенциала

	ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))" для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.

	- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21); - формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
	- формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
	УГНС 12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»: - формирование коммуникативных навыков в области проектирования и производства точных приборов и измерительных систем (B29); - формирование сознательного отношения к нормам и правилам цифрового поведения, их понимания и приятия (B30)	1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Схемотехника измерительных устройств", "Технология приборостроения", "Конструирование измерительных приборов" для формирования навыков коммуникации в профессиональной сфере проектирования и производства точных приборов и измерительных систем посредством выполнения курсовых работ/проектов с последующей защитой их результатов. 2. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Системы автоматизированного проектирования и конструирования ", "Цифровое проектирование приборов и систем", "Компьютерное проектирование мехатронных систем" для формирования сознательного отношения к нормам и правилам цифрового поведения посредством выполнения индивидуальных и групповых заданий, связанных с вовлечением передовых цифровых технологий.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Текущий контроль успеваемости (неделя форма)	Аттестация раздела (неделя форма)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практические работы	Самост. работа			
1	Раздел 1	1-4	10	14	12	УО1-2	Т1-4	25
2	Раздел 2	5-8	10	14	12	ПО1-6	Т2-8	25
Итого			20	28	24			
Дифференцированный зачет								50
Итого за семестр								100

4.1 Содержание лекций

Раздел 1

Тема 1.1 Характеристики точности, причины и виды ошибок функционирования приборов. Передача информации об измеряемой величине от источника до оператора. Типовая функциональная схема прибора. Типовые кинематические схемы механизмов измерительных приборов. Характеристики точности. Потери информации в различных зонах. Структура потерь информации. Причины и виды ошибок.

Тема 1.2 Виды погрешностей функционирования приборов. Устройства вывода информации из ИП. Аналоговые, цифровые параметры шкальных устройств (диапазон измерений, цена деления шкалы и т.п.) Расчет шкалы. Инструментальные, методологические и эксплуатационные погрешности

Тема 1.3 Систематические и случайные составляющие погрешности. Источники погрешностей. Их классификация. Свойства источников. Случайные и неслучайные, постоянные и переменные, регулярные и нерегулярные, скалярные и векторные погрешности.

Тема 1.4 Понятие о первопричинах погрешности функционирования. Методы нахождения функций влияния различных погрешностей на точность. Дифференциальный метод. Геометрический метод. Метод плана малых перемещений. Особенности определения функций влияния для зависимых ошибок, для косинусных ошибок, ошибок от смещений в зазорах, векторные ПО; погрешности считывания.

Раздел 2

Тема 2.1 Степень влияния различных ошибок на результирующую точность. Методы расчетов на точность функционирования. Уравнение точности, безразмерное уравнение точности. Метод проверочного расчета точности. Сравнительная оценка влияния различных погрешностей на инструментальную точность.

Тема 2.2 Методы компенсации погрешностей. Компенсация влияния одной или нескольких наиболее сильно влияющих погрешностей. Методика выбора способа компенсации.

Тема 2.3 Проверочные расчеты на точность. Основные закономерности линейной теории точности функционирования механизма ИП.

Тема 2.4 Структурные методы компенсации конструктивных погрешностей. Понятие о надежности приборов. Основные показатели надежности. Безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость, долговечность. Обеспечение надежности.

Тема 2.5 Проектные методы расчетов на точность функционирования.

4.2 Тематический план практических работ

8 семестр

1. Кинематические схемы ИП
2. Виды шкал ИП
3. Составление уравнений погрешностей
4. Точность кулачковых механизмов различных видов
5. Точность рычажного механизма
6. Анализ шкального механизма
7. Анализ точности зубчатой передачи

8. Точность функционирования червячной передачи
9. Динамическая точность линейных ИП
10. Расчет динамической погрешности
11. Повышение точности ИП с помощью корректирующих звеньев
12. Расчеты на точность при проектировании (точностной синтез)

4.3 Темы самостоятельной работы студентов

1. Аналитический метод определения погрешности схемы ИП
2. Регулирование ИП.
3. Рациональное построение передающих рычагов ИП.
4. Дифференциальный метод определения погрешностей ИП.
5. Определение погрешностей методом планов малых перемещений.
6. Законы распределения технологических погрешностей.
7. Последовательность расчета точности партии однородных приборов.
8. Принцип выбора числа компенсаторов и системы регулировки механизма.
9. Допуски на изготовление и юстировку элементов, вызывающих дополнительные перемещения измерительного наконечника
10. Оптимизация параметров ИП по точностным критериям

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учитывая требования ОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 - «Приборостроение», реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий. Многие практические занятия реализованы компьютерными технологиями. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

- 6.1 Комплект заданий для текущего контроля успеваемости.
- 6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Третьяк, Л. Н. Взаимозаменяемость и нормирование точности : учебник для вузов / Л. Н. Третьяк, А. С. Вольнов ; под общей редакцией Л. Н. Третьяк. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 345 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16744-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/564186>
2. Шишмарёв, В. Ю. Технические измерения и приборы : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 377 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12536-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/566056>
3. Щепетов, А. Г. Преобразование измерительных сигналов : учебник и практикум для вузов / А. Г. Щепетов, Ю. Н. Дьяченко ; под редакцией А. Г. Щепетова. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 270 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01177-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/560822>

7.2 Дополнительная литература

1. Латышенко, К. П. Технические измерения и приборы: методы и средства измерения : учебник для вузов / К. П. Латышенко. — 3-е изд., испр. и доп. —

Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 361 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20944-0. — URL : <https://urait.ru/bcode/559033>

2. Латышенко, К. П. Технические измерения и приборы: методы анализа и контроля : учебник для вузов / К. П. Латышенко. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 392 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20950-1. — URL : <https://urait.ru/bcode/559039>
3. Тырышкин, С. Ю. Информационно-измерительные и управляющие системы : учебное пособие для вузов / С. Ю. Тырышкин. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 124 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21481-9. — URL : <https://urait.ru/bcode/572624>

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>